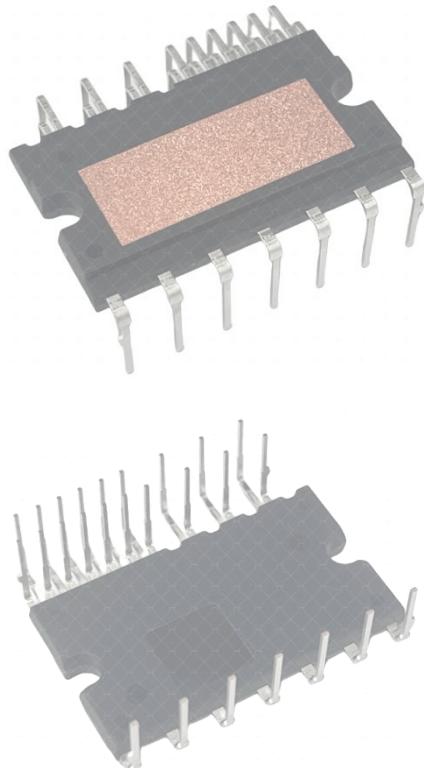


600V/15A 三相全桥智能功率模块



描述:

该模块是一款高性能的智能功率模块（IPM）。主要用于电机驱动，如：感应电机，直流无刷电机，永磁电机等。模块内部集成了欠压保护，过流保护，温度保护以及温度输出等功能，下桥三个独立的负直流输出端，使得各项电流可以单独检测。内置的高速HVIC只需要一个电源，并将输入信号通过电平转换，转化为所需的高压、大电流驱动信号驱动模块的内部IGBT。

模块采用高散热双面敷铜的 Al_2O_3 陶瓷基板，具有非常好的散热能力，这也让模块的体积变得非常小，在一些紧凑的应用方案中也能表现出优秀的性能。

主要特点:

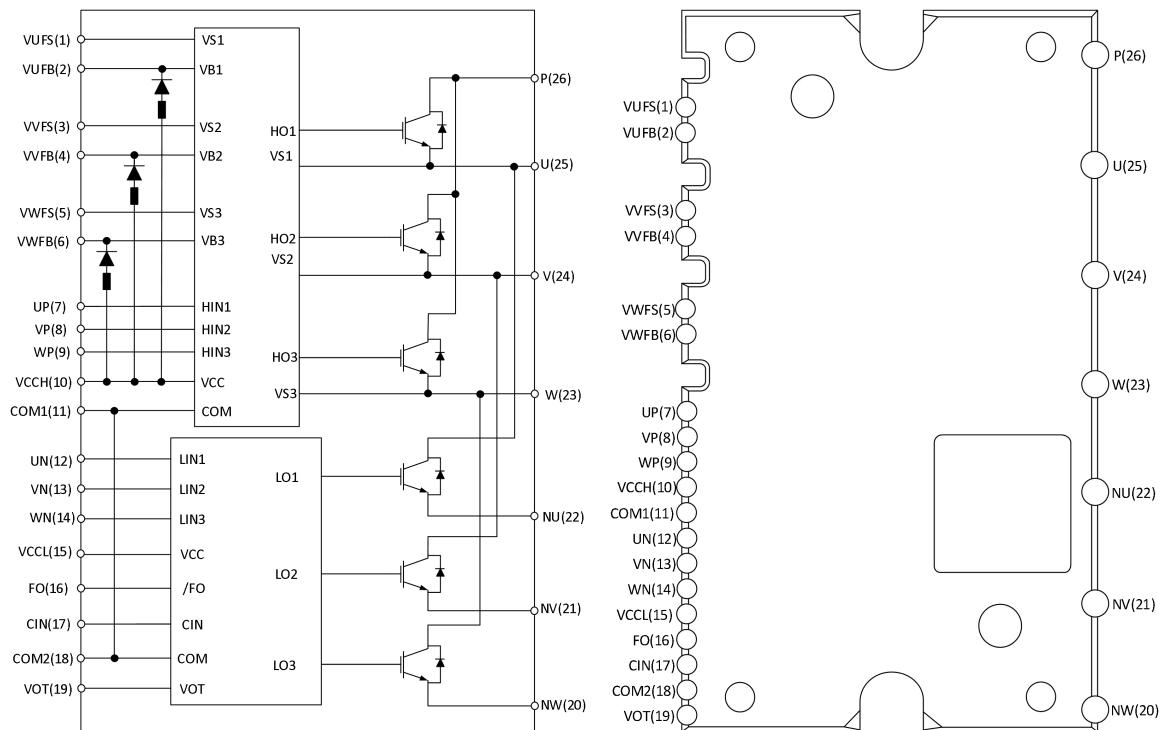
- 内置高压驱动电路（HVIC）。
- HVIC 芯片上集成带限流电阻的自举二极管。
- 高侧控制电压具有欠压保护功能。
- 低侧LVIC具有短路电流保护(SC)，温度输出(TO)，过温保护(OTP)，欠压保护(UV)等。
- 故障输出（UV，SC，OTP），在触发保护时关闭LVIC的输出。
- 输入接口兼容3.3V，5V信号，高电平有效。

绝缘级别：2000Vrms/min。

应用:

- 空调压缩机/冰箱压缩机/洗衣机等小家电
- 低功率变频器

内部电路框图及引脚定义：



内部电路框图

引脚分布图（底部视角）

表1 引脚定义描述

编号	符号	描述	编号	符号	描述
1	V _{UFS}	U相高侧驱动电源地端子	14	W _N	W相低侧信号输入
2	V _{UFB}	U相高侧驱动电源正端子	15	V _{CCL}	低侧栅极驱动供电电压
3	V _{VFS}	V相高侧驱动电源地端子	16	FO	故障输出
4	V _{VFB}	V相高侧驱动电源正端子	17	CIN	过流保护检测（外接RC电路）
5	V _{WFS}	W相高侧驱动电源地端子	18	COM2	模块公共地
6	V _{WFB}	W相高侧驱动电源正端子	19	V _{OT}	温度输出端
7	U _P	U相高侧信号输入	20	N _W	W相直流负端
8	V _P	V相高侧信号输入	21	N _V	V相直流负端
9	W _P	W相高侧信号输入	22	N _U	U相直流负端
10	V _{CCH}	高侧栅极驱动供电电压	23	W	W相输出
11	COM1	模块公共地	24	V	V相输出
12	U _N	U相低侧信号输入	25	U	U相输出
13	V _N	V相低侧信号输入	26	P	直流正端

极限参数

逆变部分

符号	参数	条件	额定值	单位
V_{DC}	直流母线电压	施加在P和Nu,Nv,Nw之间	450	V
$V_{DC(\text{surge})}$	直流母线浪涌电压	施加在P和Nu,Nv,Nw之间	500	V
V_{CES}	集电极-发射极电压		600	V
$\pm I_c$	单个IGBT集电极持续电流	$T_c=25^\circ\text{C}, T_j \leq 150^\circ\text{C}$	15	A
$\pm I_{CP}$	单个IGBT集电极峰值电流	$T_c= 25^\circ\text{C}, T_j \leq 150^\circ\text{C}$, 脉宽 $\leq 1\text{ms}$	30	A
P_c	每个模块集电极最大耗散功率	$T_c= 25^\circ\text{C}$, 单个芯片	33	W
T_j	结温		-20~+150	°C

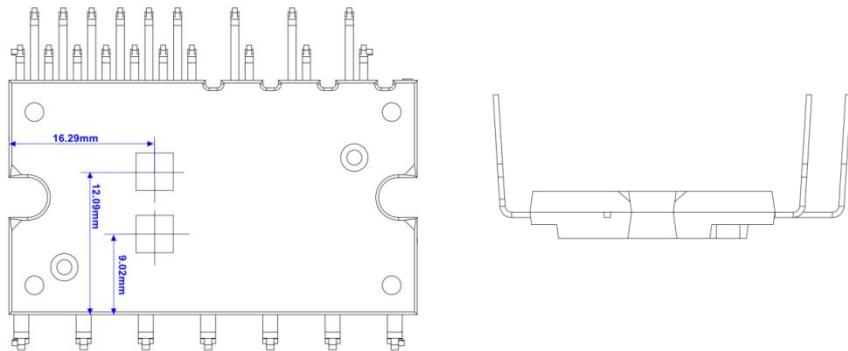
控制部分

符号	参数	条件	额定值	单位
V_D	控制电源电压	施加在VCCH-COM1, VCCL-COM2之间	20	V
V_{DB}	高侧控制电压	施加在VUFB -U, VVFB -V, VWFB -W之间	20	V
V_{IN}	输入信号电压	施加在UP, VP, WP -COM1, UN, VN, WN-COM2之间	-0.5~VD	V
V_{FO}	故障输出电源电压	施加在 FO - COM2之间	-0.5~VD	V
I_{FO}	故障输出电流	FO端灌电流	1	mA
V_{CIN}	电流检测端输入电压	施加在CIN - COM2之间	-1.0~VD	V

整机

符号	参数	条件	额定值	单位
$V_{DC(\text{PROT})}$	短路保护限压	$VCC=VBS=13.5\sim 16.5\text{V}$, $T_j=150^\circ\text{C}$, 单次且小于 $2\mu\text{s}$ 。	400	V
T_c	模块工作壳温	T_c 的检测点如图1所示	-20~+100	°C
T_{stg}	存储温度		-40~+125	°C
V_{iso}	绝缘耐压	60赫兹, 正弦波, 1分钟, 连接所有引脚到散热器	2000	V _{rms}

图1 T_c 测量位置



热阻

符号	参数	条件	范围			单位
			Min	Typ	Max	
$R_{th(j-c)Q}$	结点到外壳热阻 (注1)	单个IGBT芯片	-	2.3	3.0	K/W
$R_{th(j-c)F}$		单个FRD芯片	-	3.0	3.9	K/W

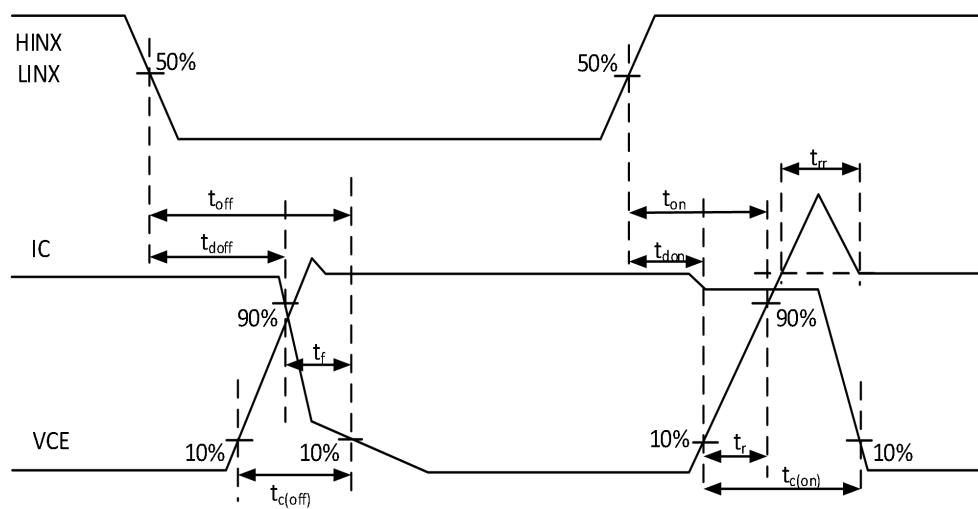
注1：在IPM和散热器的接触面上涂导热硅脂，建议厚度为+100μm~+200μm。IPM外壳和散热器之间的接触热阻Rth(c-f)建议在0.3K/W。

电气特性

逆变部分

符号	参数	条件	范围			单位
			Min	Typ	Max	
$V_{CE(sat)}$	IGBT集电极-发射极饱和压降	$V_D = V_{DB} = 15V$, $V_{IN} = 5V$	-	1.60	1.90	V
		$I_C = 15A, T_j = 25^\circ C$ $I_C = 15A, T_j = 125^\circ C$	-	1.70	2.0	
V_F	续流二极管正向压降	$V_{IN} = 0V, I_F = 15A$	-	1.5	1.9	V
HS	t_{on} $t_{C(on)}$ t_{off} $t_{C(off)}$ t_{rr}	$V_{DC} = 400V, V_D = V_{DB} = 15V$ $I_C = 15A, V_{IN} = 0 \leftrightarrow 5V$ 感性负载	-	650	-	ns
			-	130	-	
			-	1000	-	
			-	150	-	
			-	120	-	
LS	t_{on} $t_{C(on)}$ t_{off} $t_{C(off)}$ t_{rr}	$V_{DC} = 400V, V_D = V_{DB} = 15V$ $I_C = 15A, V_{IN} = 0 \leftrightarrow 5V$ 感性负载	-	650	-	ns
			-	170	-	
			-	950	-	
			-	170	-	
			-	120	-	
I_{CES}	集电极-发射极漏电流	$V_{CE}=V_{CES}=600V$	$T_j = 25^\circ C$	-	-	1 mA
			$T_j = 125^\circ C$	-	-	10 mA

图2.开关时间



控制部分

符号	参数	条件	范围			单位	
			Min	Typ	Max		
I_D	控制电源静态电流	V_{CCH} -COM1与 V_{CCL} -COM2的电流之和	$V_D=15V, V_{IN}=0V$	-	0.35	0.8	mA
			$V_D=15V, V_{IN}=5V$	-	0.35	0.8	
I_{DB}	$V_{UFB-U}, V_{VFB-V}, V_{WFB-W}$ 各相电流	$V_D=V_{DB}=15V, V_{IN}=0V$	-	36	100	μA	
		$V_D=V_{DB}=15V, V_{IN}=0V$	-	62	150		
$V_{SC(ref)}$	短路保护触发电压	$V_D=15V$		0.45	0.5	0.55	V
U_{VDBt}	高侧欠压保护	$T_j \leq 125^\circ C$	V_{DB} 检测电压	9.0	10.0	11.0	V
U_{VDBr}			V_{DB} 复位电压	8.0	9.0	10.0	V
U_{VDt}	低侧欠压保护	$T_j \leq 125^\circ C$	V_D 检测电压	10.0	11.0	12.0	V
U_{VDr}			V_D 复位电压	8.0	10.0	11.0	V
V_{TH}	温度输出	LVIC 温度 = 90°C		2.63	2.77	2.91	V
		LVIC 温度 = 25°C		0.88	1.13	1.39	V
OT_t	过温保护	LVIC温度		120	130	140	°C
OT_{rh}		过温保护迟滞		-	10	-	
V_{FOH}	故障输出电压	$V_{CIN}=0V, FO$ 通过10KΩ电阻上拉到5V		4.8	-	-	V
V_{FOL}		$V_{CIN}=1V, I_{FO} = 1mA$		-	-	0.5	
t_{FOD}	故障输出脉冲宽度			20	65	-	μs
I_{INH}	高侧输入信号静态电流	$V_{IN} = 5V$		-	820	-	μA
I_{INL}	低侧输入信号静态电流	$V_{IN} = 5V$		-	16	-	μA
$V_{th(on)}$	输入信号开通阈值电压	施加在 $U_P, V_P, W_P, U_N, V_N, W_N$ 与COM2之间	-		2.6	V	
$V_{th(off)}$	输入信号关断阈值电压		0.8		-		
V_F	自举二极管导通压降	$IF=10mA$, 包括限流电阻的压降		-	1.5	3.0	V
R_{BSD}	内置限制电阻	包含自举二极管		80	90	100	Ω

电气特性

推荐工作条件

符号	参数	条件	范围			单位
			Min	Typ	Max	
V_{DC}	直流母线电压	施加在P-NU,NV,NW之间	0	300	400	V
V_D	控制电源电压	施加在 V_{CCH} -COM1和 V_{CCL} -COM2之间	13.5	15.0	16.5	V
V_{DB}	高侧控制电压	施加在 $V_{UFB-U}, V_{VFB-V}, V_{WFB-W}$ 之间	13.0	15.0	16.5	V
$dV_D/dt, dV_{DB}/dt$	控制电源电压波动		-1	-	+1	$V/\mu s$
t_{dead}	防止桥臂直通的死区时间	针对每一路输入信号	1	-	-	μs
f_{PWM}	PWM开关频率	$T_C \leq 100^\circ C, T_j \leq 125^\circ C$	-	-	20	KHz
I_O	允许的有效电流	$V_{DC}=300V, V_D=15V, P.F=0.8, PWM$ 输入, $T_C \leq 100^\circ C, T_j \leq 125^\circ C$ (注2)	$f_{PWM}=5kHz$	-	7.5	Arms
			$f_{PWM}=15kHz$	-	4.5	
$PWIN_{(on)}$	最小输入脉冲宽度	注3	0.7	-	-	μs
			0.7	-	-	
V_{NC}	V_{NC} 波动	施加在 V_{NC} -NU, NV, NW之间	-5.0	-	+5.0	V

T _j	工作结温范围	-20	-	+125	°C
----------------	--------	-----	---	------	----

注2：允许的有效电流大小主要取决于实际应用条件及散热状况，表中数据仅供参考。

注3：如果输入信号的脉冲宽度小于PWIN(on)和PWM(off)，IPM可能不会工作。

电气特性

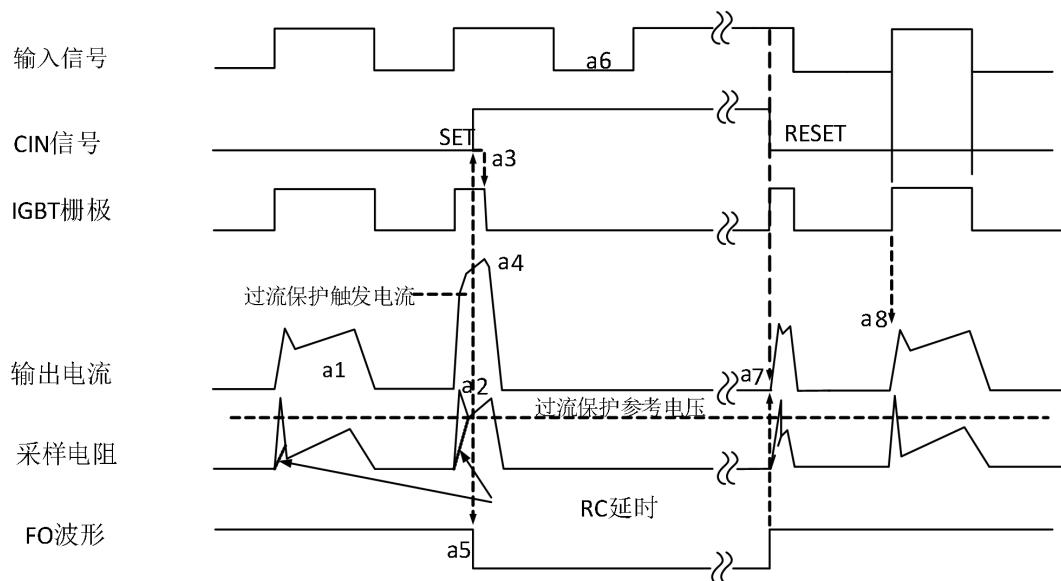
机械特性和额定值

参数	条件	范围			单位
		Min.	Typ.	Max.	
装配	安装螺丝规格：M3 建议安装扭矩：0.62N.m	0.50	0.62	0.8	N·m
重量		-	9.6	-	g
器件平面度		-50	-	100	μm

模块保护功能逻辑时序

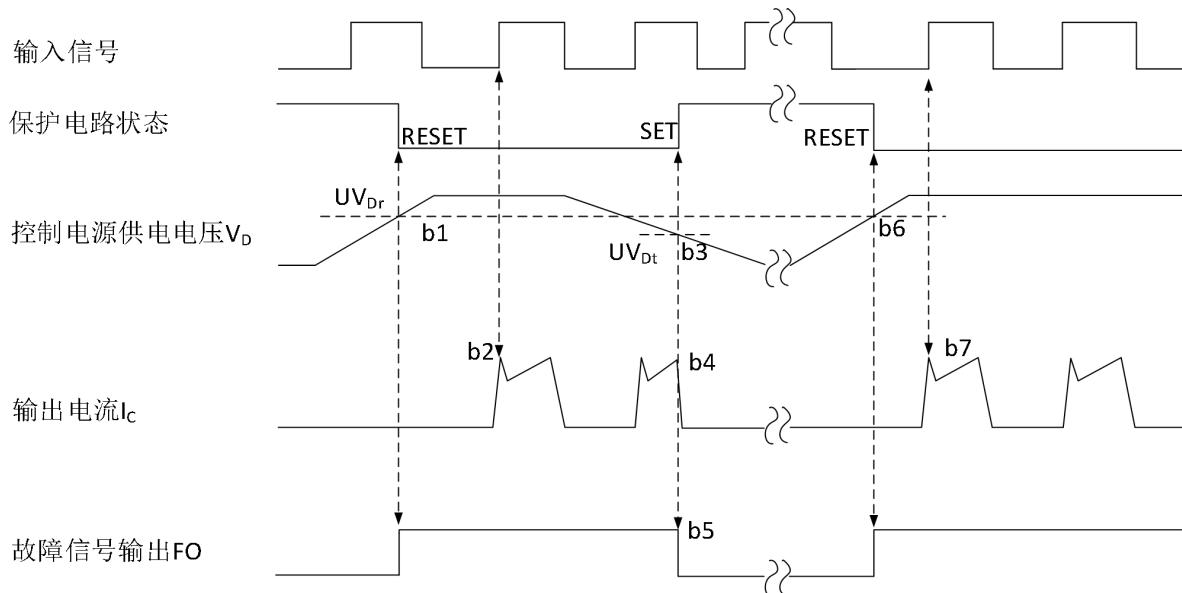
[A]短路保护时序

- a1. 正常工作：IGBT导通，给负载提供电流。
- a2. 短路保护被触发（设置RC的时间常数1.5~2.0μs，确保SC触发后IGBT在2.0μs内关断）。
- a3. 所有低侧IGBT的栅极被立刻关断。
- a4. 所有低侧IGBT关断。
- a5. FO输出低电平，FO的低电平时间t_{FOD}约60μs。
- a6. 输入为低电平，IGBT处于关断状态。
- a7. FO低电平时间到，IGBT立刻开通。
- a8. 正常工作：IGBT导通，给负载提供电流。



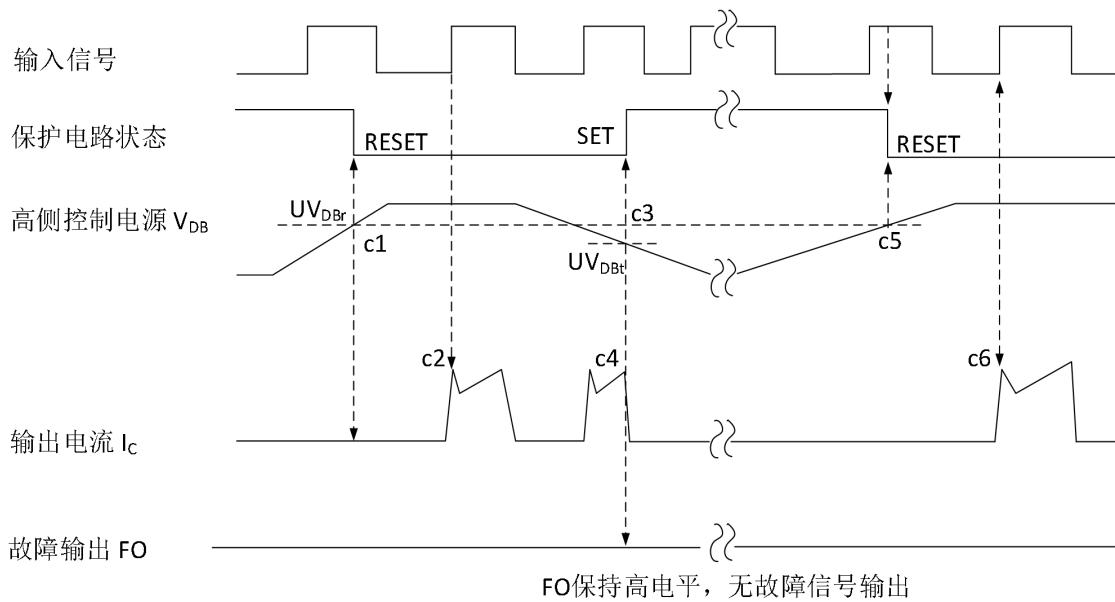
[B] 低侧控制电源V_D欠压保护时序

- b1. 控制电源电压V_D从欠压状态上升，超过复位电压（UV_{Dr}），高电平时打开IGBT。
- b2. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。
- b3. 控制电源电压V_D从正常电压下降，下降到低于检测电压(UV_{Dt})，低侧IGBT被关断。
- b5. FO输出低电平，FO的低电平时间t_{fOD}约60us。
- b6. 控制电源电压V_D再次升高，超过复位电压（UV_{Dr}），高电平时打开IGBT。
- b7. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。



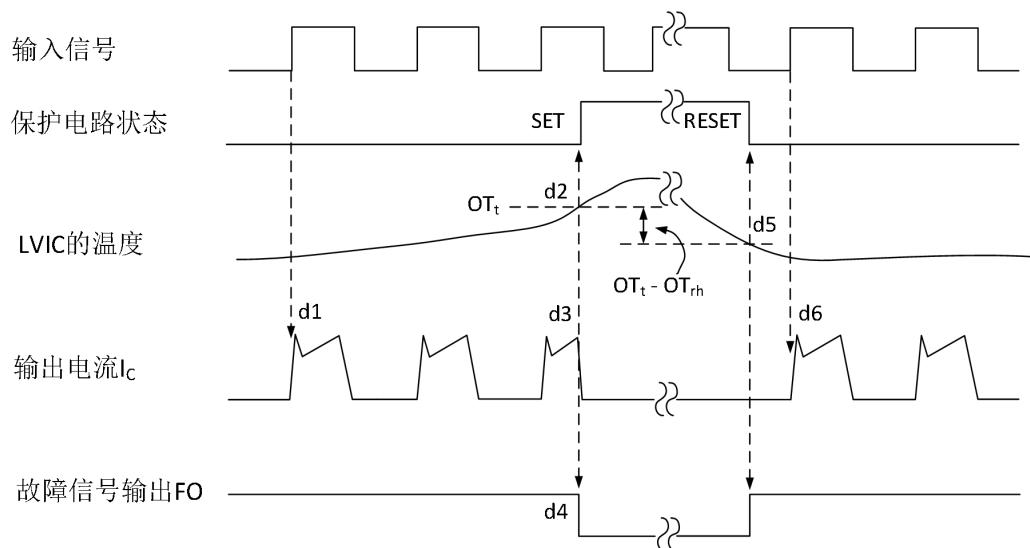
[C] 高侧控制电源V_{DB}欠压保护时序

- c1. 控制电源电压V_{DB}从欠压状态上升，超过复位电压（UV_{DBr}），且在下一个高电平时打开IGBT。
- c2. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。
- c3. 控制电源电压V_{DB}从正常电压下降，下降到低于检测电压(UV_{DBt})，高侧IGBT被关断。
- c4. FO保持高电平，FO信号没有变化。
- c5. 控制电源电压V_{DB}再次升高，超过复位电压（UV_{DBr}），且在下一个高电平时打开IGBT。
- c6. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。



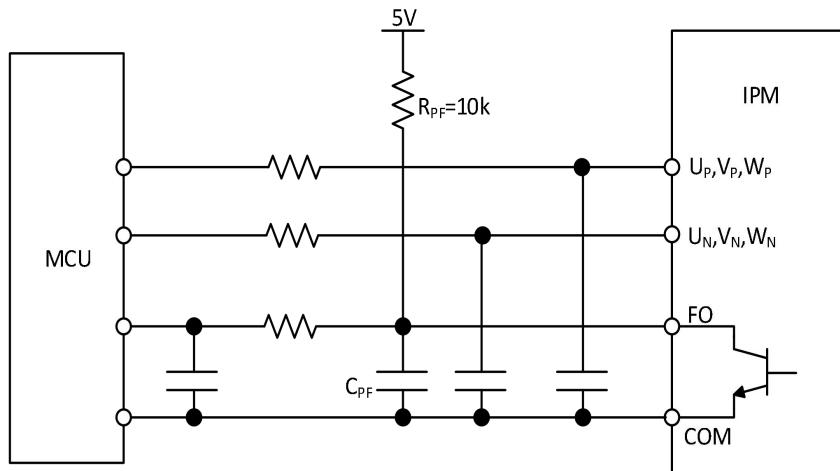
[D] 过温保护（低侧LVIC的温度）时序

- d1. 正常工作, IGBT导通, 给负载提供电流。。
- d2. LVIC温度超过保护温度(OT_t)。
- d3. 所有低侧IGBT均被关断。
- d4. FO输出低电平, FO的低电平时间 t_{FOP} 约60us, 如果LVIC温度一直超过 OT_t 时, 输出时间会延长。
- d5. LVIC温度下降到复位温度以下, 高电平时打开IGBT。
- d6. 正常工作, IGBT导通, 给负载提供电流。



单片机I/O接口电路

图4 推荐的IPM模块与MCU的接口电路

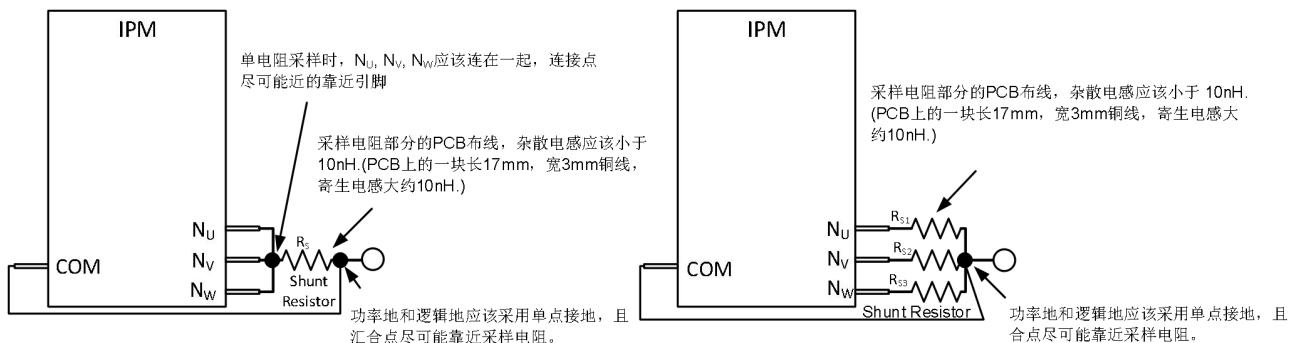


注4:

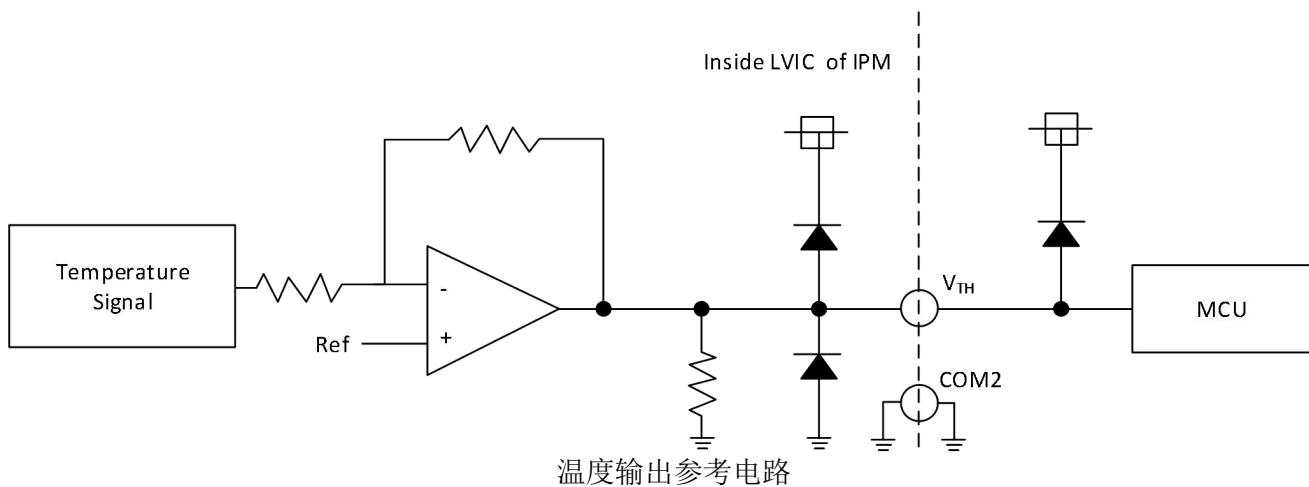
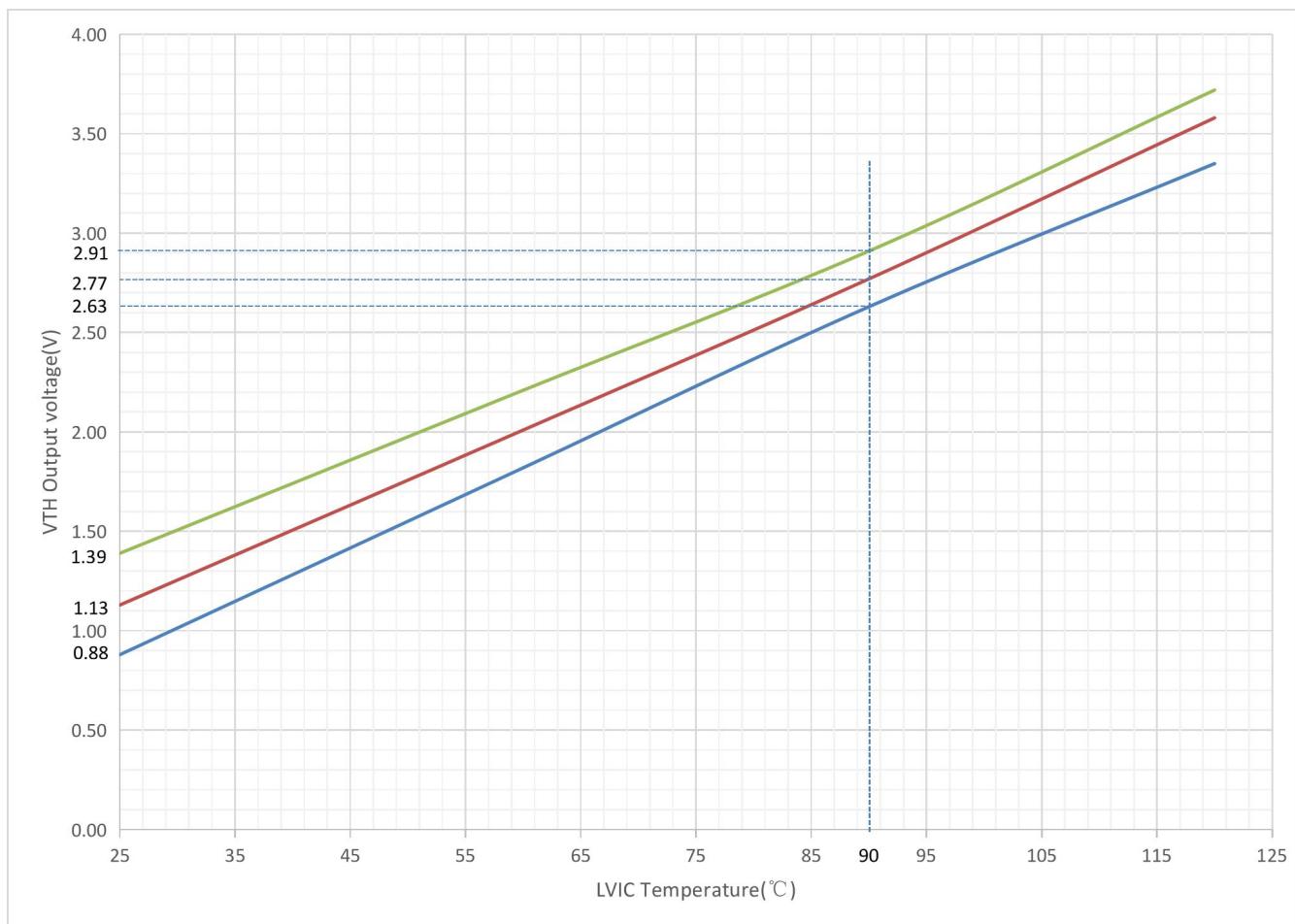
- (1) 每个输入端的RC耦合应随着PWM控制方案和PCB布局来匹配选型。
- (2) 在IPM输入信号部分内置了一个5K下拉电阻，因此，当使用外接滤波电路时应注意输入端的压降。
- (3) FO输出是开漏型，FO引脚应该用一个电阻将其上拉至5V或者15V，电阻的大小需要确保 I_{FO} 小于1mA。

电流采样电路

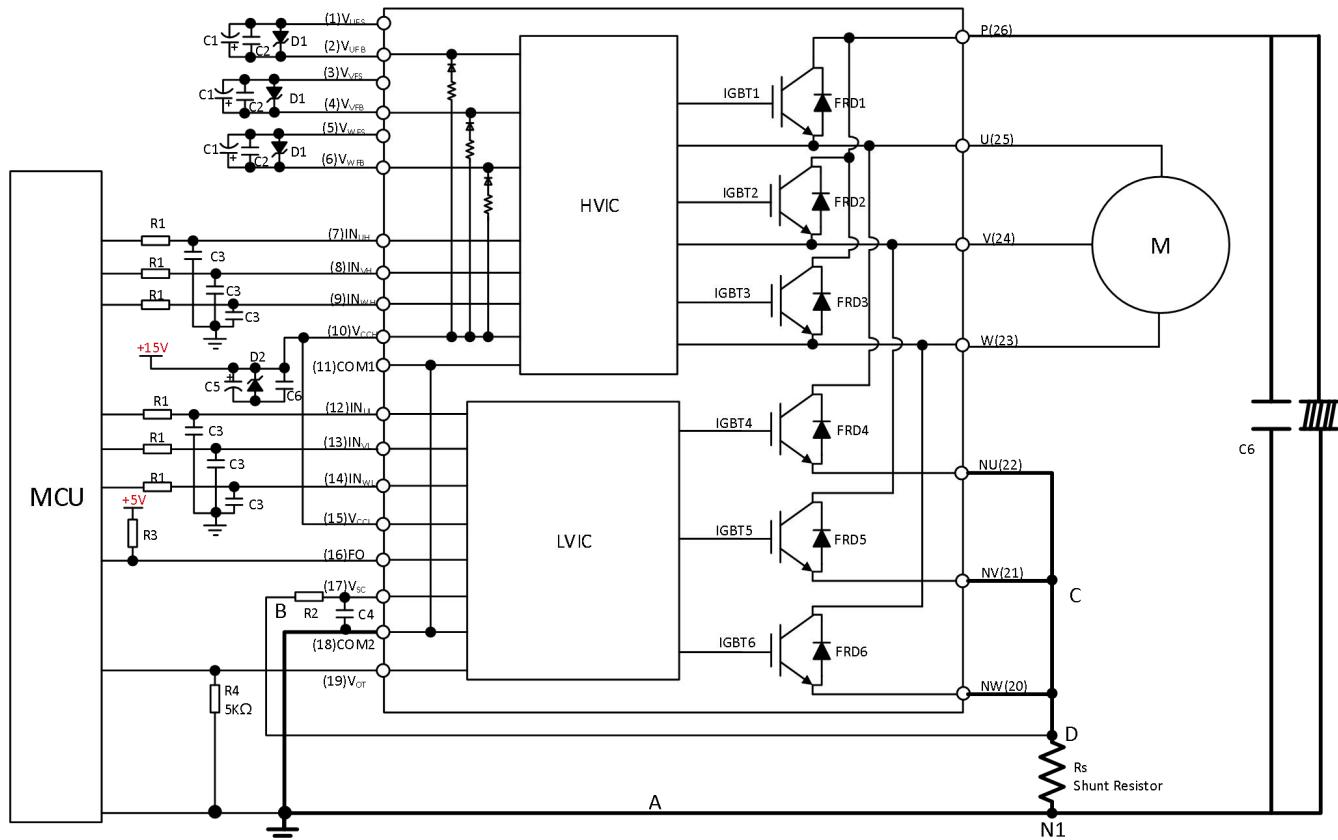
图5.推荐的电流采样电路接线方式



LVIC的温度输出特性曲线

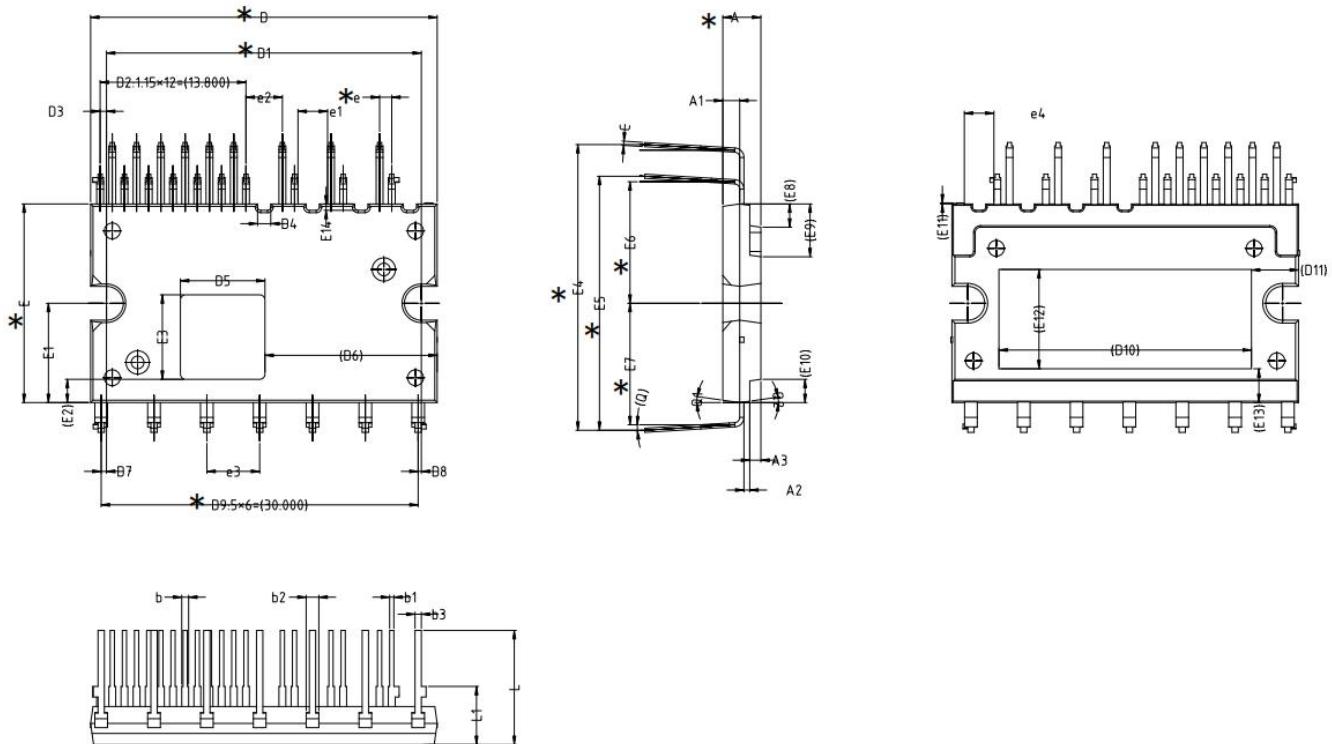


典型应用电路



- (1) 控制地与功率地要单点接地 (N1)。
- (2) 建议在VD-COM, VDB-VS每对控制电源端子之间加一个齐纳二极管D2(24V/1W)，防止浪涌破坏。
- (3) 为防止浪涌损坏，PN之间建议加一个高频非感性缓冲电容（0.1μF~0.22μF），电容的连线要尽量短。
- (4) 短路保护电路，请选择时间常数在1.5~2μs范围内的R2和C4，同时R2和C4周边的接线都应尽量短。R2应靠近采样电阻。
- (5) 采样电阻和IPM之间的连线要尽量短，否则杂散电感产生的大浪涌电压可能会造成破坏。
- (6) 过流保护采样点D应尽量靠近采样电阻。
- (7) 所有的电容应尽可能靠近IPM模块对应的引脚。
- (8) 器件内置了HVIC，兼容单片机3.3V/5V信号，可以直接通过单片机控制。
- (9) IPM有两个COM端子（9脚和16脚），请将其中一个连接到电路中的逻辑地，让另一个浮空即可。
- (10) 为了避免高频噪声叠加到控制电源线上，导致IPM工作异常，控制电源的纹波要尽可能小，一般要求dV/dt ≤ +/-1V/ μs, V_{ripple} ≤ 2Vp-p。

封装外形图



SYMBOL	COMMON			SYMBOL	COMMON			
	Dimensions millimeter				Dimensions millimeter			
	Min	Nom	Max		Min	Nom	Max	
A	3.50	3.60	3.70	(E2)	2.00	2.20	2.40	
A1	1.50	1.60	1.70	E3	7.80	8.00	8.20	
A2	0.45	0.55	0.65	E4	26.00	26.50	27.00	
A3	0.95	1.05	1.15	E5	23.00	23.50	24.00	
b	0.60	0.65	0.70	E6	11.00	11.50	12.00	
b1	0.35	0.40	0.45	E7	11.00	11.50	12.00	
b2	1.15	1.20	1.25	(E8)	2.00	2.20	2.40	
b3	0.55	0.60	0.65	(E9)	4.80	5.00	5.20	
C	0.35	0.40	0.45	(E10)	2.00	2.20	2.40	
D	32.30	32.80	33.30	(E11)	0	--	0.10	
D1	29.50	29.80	30.10	(E12)	9.10	9.40	9.70	
D2	13.60	13.80	14.00	(E13)	2.90	3.20	3.50	
D3	0.50	0.60	0.70	(E14)	0.45	0.60	0.75	
D4	1.15	1.25	1.35	e	1.00	1.15	1.30	
D5	7.80	8.00	8.20	e1	2.65	2.80	2.95	
(D6)	16.10	16.30	16.50	e2	3.30	3.45	3.60	
D7	0.40	0.50	0.60	e3	4.80	5.00	5.20	
D8	0.20	0.30	0.40	e4	2.65	2.80	2.95	
D9	29.80	30.00	30.20	L	10.30	10.80	11.30	
(D10)	23.60	23.90	24.20	L1	5.00	5.50	6.00	
(D11)	4.15	4.45	4.75	(Q)	0°	2.5°	5.0°	
E	18.30	18.80	19.30	Q1	7°	8°	9°	
E1	9.10	9.40	9.70	Q2	7°	8°	9°	

修订历史

文件版本	发行时间	更改说明
V1.0	2023.07.19	中文规格书新制定
V1.1	2025.4.2	更新驱动部分参数